








## Laboratorio di Fisica 3

### Esercitazioni con un multimetro digitale

#### CONTENUTO DEL KIT

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1 Multimetro digitale e puntali |    |
| 1 mini breadboard               |    |
| Resistenze di diverso valore    |    |
| 1 diodo                         |   |
| 1 fusibile                      |  |
| Cavetti jumper                  |  |
| 1 flat cable                    |  |

Sono qui elencate le possibili esercitazioni che ogni studente potrà fare a casa utilizzando un kit costituito da un semplice multimetro digitale e da opportuni componenti da testare. Un multimetro digitale è uno strumento in grado di effettuare diverse misure elettriche, tra cui tensioni e correnti (sia in corrente continua che in corrente alternata), resistenze, test di continuità, e – in alcuni casi – anche misure più specifiche ad esempio su semiconduttori. Come tutti gli strumenti, è caratterizzato da diversi parametri (tipologia di misurazioni possibili, portata, precisione...), che distinguono uno strumento dall'altro e ne determinano la qualità complessiva e il costo. In questa breve esercitazione, lo scopo è di familiarizzare con uno strumento semplice, per comprendere le sue caratteristiche essenziali, e di effettuare alcune misure rappresentative di tensione, di corrente, di resistenza e di continuità elettrica.

### CARATTERISTICHE BASE DI UN MULTIMETRO:

Con riferimento alla Fig.1, che mostra il frontale del multimetro presente nel kit, alcune componenti essenziali sono:



- **Display per leggere il valore delle misure.** È importante capire il numero di cifre visualizzabili sul display, quindi il numero di cifre significative con cui può essere rappresentata una misura. Nel caso del modello presente nel kit, esso è classificato come un multimetro a 3 ½ cifre. Ciò significa che esso può visualizzare tre cifre complete ed una 'mezza' cifra, dove con "mezza" cifra si intende che può assumere solo il valore 0 oppure 1. La misura visualizzata sul display potrà dunque assumere valori compresi tra 0000 e 1999. La regolazione del fondo scala sposta il punto decimale all'interno del display, permettendo quindi misure tra 0,000 e 1,999 oppure tra 00,00 e 19,99, o ancora tra 000,0 e 199,9 o 0000 e 1999.

- **Un tasto di accensione/spegnimento.** Spesso i multimetri vanno in protezione dopo un certo tempo, per aumentare la durata della batteria.

- **Un selettore delle misure**, che consente di scegliere se effettuare misure di tensione, di corrente, di resistenza... nonché di scegliere la portata. In questo caso la portata massima è di 500 V sia in corrente continua che alternata, con diverse portate (200 mV, 2 V, 20 V, 200 V e 500 V in continua, 200 e 500 V in alternata). Per l'intensità di corrente le portate selezionabili sono: 200 µA, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 10 A. Infine per la misura di resistenze le portate selezionabili sono: 200 Ohm, 2 kOhm, 20 kOhm, 200 kOhm e 2 MOhm. Il selettore consente anche la modalità "Test di diodi" o continuità elettrica (bip sonoro in caso di continuità).

- **Alcune boccole** dove inserire i puntali. In questo caso è presente una boccola denominata COM, una boccola denominata "V" o "Ω" o "mA" (per letture di tensione, di resistenza o di intensità di corrente piccole) e una boccola denominata "A" per misure di corrente elevata. In genere uno dei due puntali (quello nero) va inserito su "COM" e l'altro (quello rosso) nella boccola opportuna.

- **Un tasto "HOLD"** che consente di bloccare la visualizzazione della misura in corso, utile nel caso in cui il valore varia rapidamente.

In molti casi la portata è selezionata automaticamente, mentre in altri casi occorre espressamente selezionarla mediante il selettore, mentre il display dà una indicazione di fuori scala se la misura supera il valore della portata impostata.

## ELENCO ESERCITAZIONI POSSIBILI CON IL KIT

**NON USARE IN NESSUN MODO LO STRUMENTO PER MISURARE TENSIONI ELEVATE!**

### 1. Misura della tensione fornita da una batteria

Utilizzare il multimetro in modalità voltmetro in CC per misurare la tensione ai capi di una batteria (non fornita nel kit ma probabilmente disponibile presso la propria abitazione). Se si hanno a disposizione delle batterie “scariche” provare a misurarne la tensione, confrontandola con quella nominale attesa per una batteria nuova.

### 2. Misura della resistenza di resistori di valore basso e influenza della resistenza dei puntali

Quando si misura la resistenza di un resistore di pochi Ohm, la resistenza stessa dei puntali e del relativo cavo nonché il modo di stabilire il contatto elettrico con i terminali può modificare leggermente la misura. Provare a verificare la resistenza misurabile cortocircuitando i puntali del multimetro, o a misurare la resistenza offerta da uno spezzone di filo elettrico di piccola sezione. Effettuare la misura di resistenza con un resistore di pochi Ohm, tra quelli disponibili nel kit, e sottrarre eventualmente il contributo dovuto alla resistenza dei puntali.

### 3. Misura della resistenza di resistori di valore intermedio (centinaia/migliaia di Ohm)

Provare a misurare la resistenza di resistori che abbiano valori dell'ordine delle centinaia o migliaia di Ohm. In questo caso la resistenza dei puntali risulta trascurabile rispetto alla resistenza da misurare. Confrontare il valore letto con quello nominale riportato sul resistore in base al codice dei colori (Vedi Appendice), tenendo conto della tolleranza riportata anch'essa sul resistore.

### 4. Misura della resistenza di resistori di valore elevato (MegaOhm) e influenza della resistenza del corpo umano

Talvolta per misurare il valore di resistenza di un componente si tengono i puntali con le dita, stringendoli ai terminali del componente sotto test. Questo non pone problemi se la resistenza da misurare è di valore basso, mentre può falsare la misura nel caso di resistenze dell'ordine dei MegaOhm, perché la resistenza del corpo umano può essere confrontabile e sarebbe collegata in parallelo al componente sotto test. Una misura della resistenza tipica offerta dal corpo umano può essere ottenuta stringendo i puntali tra le dita delle due mani. Si può notare che stringendo di più o di meno i puntali il valore di resistenza varia, perché viene modificata la superficie di contatto. Tornando a misurare una resistenza del valore dei MegaOhm, verificare la differenza di lettura quando i terminali del resistore si stringono tra le dita oppure no. Se le resistenze da misurare fossero superiori a 2 MegaOhm si otterrebbe in questo caso una segnalazione di fuori scala, dato che la portata massima per questo semplice multimetro è solo 2 MegaOhm.

### 5. Misura della resistenza diretta e inversa di un diodo

Un diodo è un componente passivo non lineare a due terminali (anodo e catodo), che idealmente consente il passaggio della corrente elettrica solo in un verso, dunque per sua natura presenta una curva caratteristica tensione-corrente differente nei due versi (caratteristica diretta e inversa). Con un multimetro, posizionato in modalità ohmetro, si potrà misurare la resistenza tra i due terminali del diodo sia in un verso che nel verso opposto, ottenendo dei valori differenti nei due casi.

#### **6. Misura della resistenza di una soluzione salina in acqua**

Mentre l'acqua distillata è un buon isolante elettrico, la presenza di sali o altre sostanze disciolte in acqua può variare di molto la conducibilità elettrica. Per rendersi conto qualitativamente dell'effetto si possono immergere i puntali in un bicchiere contenente inizialmente acqua naturale, provando a misurare la resistenza osservata. Successivamente sciogliendo del sale da cucina nell'acqua contenuta nel bicchiere e mescolando, si può ripetere la misura per varie concentrazioni di sale.

#### **7. Misura della resistenza di fili elettrici**

Se si ha a disposizione uno spezzone di filo elettrico si può provare a misurare la resistenza tra le due estremità, tenendo conto che il valore atteso è molto basso.

#### **8. Misura di resistenze in serie e in parallelo**

Utilizzando due resistenze tra quelle disponibili nel kit, provare a collegarle in serie o in parallelo mediante la breadboard e misurare la resistenza complessiva nei due casi. Dato che i puntali del multimetro non sono adatti ad essere inseriti nei fori della breadboard, si suggerire di adoperare i cavetti di collegamento per realizzare il contatto con i puntali.

#### **9. Distribuzione dei valori di resistenze nominalmente dello stesso valore**

Utilizzando una serie di resistenze nominalmente eguali (nel kit sono presenti circa 50 resistenze da 820 Ohm nominali), provare a misurarle individualmente e costruire un istogramma di frequenze dei valori ottenuti. Effettuare un'analisi statistica, commentando i risultati, in termini della dispersione delle misure, della relazione tra quest'ultima e la tolleranza indicata sui resistori stessi, del valor medio delle misure ottenute e della eventuale discrepanza rispetto al valore nominale.

#### **10. Misura della funzionalità di un fusibile**

Utilizzando un fusibile fornito nel kit, misurarne la funzionalità (cioè se presenta un circuito aperto, corrispondente ad un fusibile guasto, oppure no) e l'eventuale resistenza.

#### **11. Misura della continuità elettrica in un flat cable**

Un "flat cable" è un insieme di cavetti collegati ad opportuni connettori alle due estremità, che consente di effettuare dei collegamenti multipli in modo compatto. Verificare nel flat cable a disposizione nel kit, mediante il multimetro posizionato in modalità ohmetro, la corrispondenza tra i contatti delle due estremità e la presenza di eventuali circuiti interrotti. Dato che i puntali del multimetro non sono adatti a stabilire il contatto con i connettori del flat cable, inserire di volta in volta nei connettori alle due estremità del flat cable i cavetti di collegamento, dotati di pin adatti a stabilire il contatto con questi connettori.

## Appendice: Codice dei colori dei resistori

